

**TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Liberec 2008

Jana Francírková

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



Studijní program: B3107 Textil

Studijní obor: 3106T 002 Chemická technologie zušlechťování

**ANALÝZA PRACHOVÝCH ČÁSTIC
EMITOVANÝCH TEXTILIÍ PŘI ODĚRU**

**ANALYSIS OF DUST PARTICLES EMITTED BY TEXTILE
FABRICS ON ABRASION**

Jana Francírková

Vedoucí bakalářské práce: Doc. Ing. Odvárka Jaroslav, Dr.Sc

Rozsah práce:

Počet stran textu ...54

Počet obrázků10

Počet tabulek7

Počet grafů.....9

Počet stran příloh...5

Zadání bakalářské práce

(vložit originál)

P r o h l á š e n í

Prohlašuji, že předložená bakalářská práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním bakalářské práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb. o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé bakalářské práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé bakalářské práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom/a toho, že užít své bakalářské práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 12. května 2008

.....

Podpis

Poděkování:

Chtěla bych poděkovat Doc. Ing. Jaroslavu Odvárkovi, Dr.Sc za vedení mojí bakalářské práce, Ing. Marii Štěpánkové za odborné konzultace a Doc. Ing. Jakubu Wienerovi, Ph.D. za cenné připomínky. Moje poděkování patří také rodičům a příteli za podporu, kterou mi poskytovali v celém průběhu mého studia.

Anotace:

Bakalářská práce se zabývá zjišťováním velikostí prachových částic bavlněných textilií uvolněných při oděru na zařízení simulujícím běžné nošení. Uvolněné prachové částice se analyzovaly pomocí mikroskopie a zjišťovala se velikost prachových částic s ohledem na schopnost částic procházet dýchacími cestami.

V experimentální části se stanovovaly velikosti částic na různě upravených textiliích a výsledky velikosti částic se porovnávaly s částicemi neupravené textilie.

Klíčová slova:

Prach, vlákenný prach, velikost prachových částic, alergie na prach, degradace bavlny UV a IR zářením.

Annotation:

The present bachelor thesis deals with the detection sizes dust particles of cotton textile fabrics against abrasion. Dust particles released was tested with the use of a device that mocks up common wearing conditions. Emitted dust particles were analyzed using a microscope. Their size was identified with respect to their ability to pass through air passages.

In the experimental part of the thesis the size of particles emitted by differently treated fabrics was identified and compared with the particles emitted by a fabric that had not been treated.

Key words:

dust, fibrous dust, dust particles size, dust allergy, degradation of cotton by UV and IR radiation

Obsah:

Zkratky a symboly:	8
Úvod	10
1. Problematika prašnosti textilií	11
1.1 Prach	11
1.1.1 Rozdělení prachu	12
1.1.2 Vláknový prach	13
1.1.3 Domácí prach, jeho prevence a odstranění	14
1.1.4 Prach na pracovišti, jeho prevence a odstranění	15
1.2 Vliv prachu na zdraví.....	17
1.2.1 Alergie na prach.....	18
1.2.2 Nemoci z prachu	18
1.3 Hořlavost vláknového prachu	20
1.3.1 Základní pojmy	20
1.3.2 Hoření a výbuch vláknového prachu	21
1.4 Tření textilií jako zdroj prachu	24
1.4.1 Mechanismus tření.....	24
1.4.2 Snížení třecího odporu	26
1.5 Stroj na zjišťování prašnosti	27
1.5.1 Gelbo - Flex Tester s počítadlem částic.....	27
2. Experiment	29
2.1 Princip činnosti stroje pro stanovení prašivosti plošných textilií	29
2.2 Příprava vzorků.....	31
2.2.1 Vzorek upravený UV + IR zářením.....	31
2.2.1.1 Degradace vláken vlivem ozáření.....	32
2.2.2 Vzorek upravený přípravkem Axilát 4924	33
2.2.3 Vzorek upravený přípravkem Axilát 942	35
2.2.4 Vzorek upravený komerční aviváží Silan	36
2.3 Odírání vzorků	38
2.4 Zjišťování velikosti částic na lanametu	40

2.4.1	Výsledky měření velikosti částic na lanamtru	40
Závěr		51
Použitá literatura:		54
Seznam příloh:		1

Zkratky a symboly:

Symbol	Jednotka	Význam
atd.	-	a tak dále
bar	10^5 Pa	bar
cm	-	centimetr
d	μm	tloušťka vlákna
EN	-	Evropská norma
f_D	-	dynamický koeficient tření
f_S	-	statický koeficient tření
F_N	-	normálová síla
F_T	-	třecí síla
g/m^3	-	gram na metr krychlový
Hz	-	hertz
IR	nm	infračervené záření
ISO	-	mezinárodní organizace pro normalizaci
konc.	-	koncentrace
l	μm	délka vlákna
max.	-	maximálně
MFFT	$^{\circ}\text{C}$	Minimální teplota při tvoření filmu
mil.	-	milión
min	-	minuta
MJ/ kg	-	megajoul na kilogram
mm	-	milimetr
mPa.s	-	milipascal za sekundu
např.	-	například
Pa	-	pascal
PEL	mg.m^{-3}	přípustné expoziční limity prachu

Symbol	Jednotka	Význam
PEL _C	mg.m ⁻³	celkovou koncentraci (vdechovanou frakci) prachu
popř.	-	popřípadě
s	-	sekundy
T _g	°C	teplota zesklňování
tj.	-	to je
UV	nm	ultrafialové záření
μm		mikrometr
Ω	-	ohm
°C	-	stupeň celsia

Úvod

Prach se vyskytuje všude kolem nás. V textilní praxi se hlavně zaobíráme vlákněným prachem, který vzniká při běžném nošení či při jeho manipulaci jak v průmyslovém odvětví, tak i v domácím prostředí. Při vdechnutí částic vlákněného prachu může dojít k onemocnění dýchacích cest, které se nazývá byssinóza a projevuje se stažením a křečí průdušek při inhalaci organického prachu z bavlny, lnu a konopí. Vyskytuje se převážně při kontaktu se surovou bavlnou.

V současné době se zabýváme zjišťováním velikosti prachových částic a tím i jejich možnosti inhalace s následným onemocněním.

V textilní praxi se používá stroj Gelbo-Flex Tester ke zjištění množství vláken uvolněných z textilních materiálů během manipulace. V České republice se používá norma EN ISO 9073- 10.

Cílem této práce je testovat odolnost bavlněných textilií po určitých úpravách na stroji simulující běžné nošení. Zjišťovat velikost vlákněného prachu, který jsme schopni vdechovat a jeho možnost procházet do dýchacích cest. Měření se uskuteční pomocí mikroskopie na lanametri.

1. Problematika prašnosti textilií

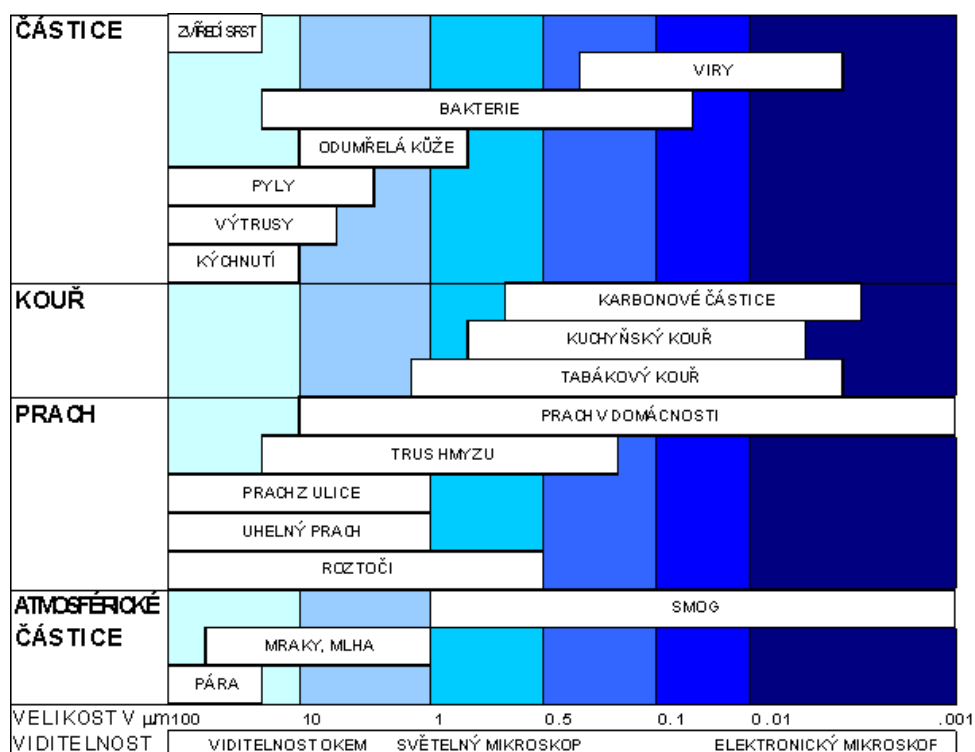
1.1 Prach

Prašností rozumíme znečištění ovzduší hmotnými částicemi. O tom, jestli něco je prach nebo není, tedy nerozhoduje to z čeho je, ale jak je „to“ veliké. „Správný“ prach má být o velikostech řádově desítek nanometrů až desítek mikrometrů, v některých případech i větší [8]. Je složen z částíček hornin, pylů, sazí, viru, bakterií, popílků a podobně (viz tab.1).

Prach je to, co poletuje v suchých, hlavně v letních dnech venku. Ten je zase tvořen převážně nejmenšími částíčkami hornin. Uvolňuje se také v kamenolomech, uhelných dolech a obecně při důlní a stavební činnosti. Prachové částice potkáváme i v cigaretovém dýmu a i při hoření. Kvůli němu se do komínů elektráren a kotelen na tuhá paliva musí umisťovat filtry.

Hmotné částice rozptýlené ve vzduchu nazýváme aerosoly. Podle skupenství částic je dělíme na pevné a kapalné. Podle mechanismu vzniku a velikosti částic se pevný aerosol dělí:

- na prach - vzniká drcením pevných hmot;
- hrubý prach velikosti nad 20 - 30 μm , který již rychle sedimentuje, nebývá za aerosol považován
- kouř či dým- vzniká nedokonalým spalováním a obsahuje viditelné částičky jako popílek a saze



Obr. 1 - rozdělení prachu na skupiny v závislosti na jejich velikosti v μm a jejich viditelnosti.

1.1.1 Rozdělení prachu

Z hlediska působení na člověka dělíme prach na toxický a prach bez toxického účinku. Prach toxický hodnotíme spolu s plyny a párami s toxickým účinkem.

Prachy bez toxického účinku v hygienické praxi dělíme na:

- **prachy s převážně fibrogenním účinkem**

Obsahují fibrogenní složku - křemen, oxid hlinitý. Naprosto převažující prachy v pracovním prostředí jsou s obsahem křemene (krystalického oxidu křemičitého). Ty se vyskytují zejména tam, kde se pracuje s horninami.

- **prachy s možným fibrogenním účinkem**

Jsou prachy, u kterých je výskyt fibrogenní složky pravděpodobný např. slída, saze, svářečské dýmy.

– **prachy s převážně nespecifickým účinkem**

Jsou prachy, které nemají výrazný biologický účinek např. hnědé uhlí, vápenec, mramor, oxidy železa. S obsahem fibrogenní složky větší než 3 % se tato směs prachů hodnotí jako prach s fibrogenním účinkem.

– **prachy s dráždivým účinkem (vláknité prachy)**

Rozeznáváme 4 hlavní skupiny:

- minerální (oxidy vápenatý, hořečnatý, uhličitany alkálií, cement)
- textilní (bavlna, len, konopí, hedvábí, sisal, juta, kapok a syntetická textilní vlákna)
- živočišné (peří, vlna, srst a ostatní živočišné prachy)
- rostlinné (mouka, tabák, čaj, káva, koření, obilní prach a prachy ze dřeva).

– **minerální vláknité prachy**

Rozděluje se na:

- přírodní minerální (azbest - chryzotil, krocidolit, amfibolit)
- umělá minerální vlákna (např. čedičová, skleněná, strusková, keramická apod.).

1.1.2 Vlákenný prach

Za prachové vlákno je považována částice o délce větší než $5\mu\text{m}$ a poměru délky k průměru l/d je větší nebo roven 3:1.

Rozlišení respirabilních a nerespabilních vláken je dáno jejich průměrem:

- respirabilní mají průměr menší než $3\mu\text{m}$
- nerespabilní vlákna o průměru rovném nebo větším než $3\mu\text{m}$

Respirabilní frakcí se rozumí hmotnostní frakce vdechnutých částic, které pronikají do té části dýchacích cest, kde není řasinkový epitel, a do alveol. Za respirabilní vlákno se považuje částice, která vyhovuje současně podmínkám [16]:

- tloušťka vlákna $< 3\mu\text{m}$
- délka vlákna $> 5\mu\text{m}$
- poměr - délka : tloušťka > 3

Vláknité prachy dělíme na:

- **anorganické** – přirozený minerální prach (azbest)
 - umělá minerální vlákna (skleněná, keramická, strusková...)
- **organické** – rostlinné (bavlna, len, konopí, juta)
 - živočišné (peří, chlupy, srst)

1.1.3 Domácí prach, jeho prevence a odstranění

Bytový prach je směsí v níž najdeme kožní odpad, zbytky potravin, vlákna textilií, zvířecí chlupy, bakterie, plísňe, pylová zrna, roztoče a atmosférický prach zvenčí (viz obr. 1) [4]. Prach proto patří k velmi bohatým zdrojům alergenů.

Prašnost bytového a domovního prostředí závisí na poloze domu, na klimatických a zeměpisných podmínkách, na ročním období, na způsobu vytápění, na vnitřním zařízení bytu, na počtu osob, které domácnost obývají. Jiný je domácí prach ve městě a na venkově.

Částice tvořící domácí prach se snadno stávají vzdušnými a proto ho musíme odstraňovat tak, aby nedocházelo k jeho rozvívání. Jako prevenci proti prachu se může doporučit časté větrání, pravidelné uklízení a málo textilu v domácnosti.

Domácí prach lze odstranit následujícími postupy: zametáním, vytíráním nebo vysáváním. Při těchto činnostech může část prachu skončit v plicích aktéra. [2]



a)



b)



c)

Obr. 2 – bytový prach; a) roztoč; b) pyly; c) plíseň

1.1.4 Prach na pracovišti, jeho prevence a odstranění

Na každém pracovišti se vyskytuje v menší či větší míře prach. Podobají se jak domácímu prachu (kanceláře), tak až těm s převážně fibrogenním účinkem. Pracoviště by mělo být řešeno tak, aby bylo omezeno usazování prachu. Vybavení pracoviště by mělo umožnit snadnou údržbu a podlahy musí vyhovovat každodennímu úklidu. Stěny a strop nesmí způsobovat usazování nečistot.

Při ochraně před prachem musíme brát na vědomí, s jakým typem prachu se dostáváme do styku. A různá opatření můžeme rozdělit na:

- **technická**

- změna technologie (technologie se vznikem prašnosti nahrazovat technologiemi při nichž prach nevzniká, např. řezání vodním paprskem (viz obr. 2), či laserem ve stříhárnách textilního průmyslu, vrtání hornin s vodním výplachem)
- uzavření zdrojů prašnosti (kapotování strojů, přesypů apod.)
- místní odsávání při vrtání horniny, broušení, sváření
- srážení prachu vodou, nebo vodou se smáčedly
- větrání
- izolování pracovníka od prostředí se škodlivinou (větrané kabiny, velíny).
Tato zařízení musí mít přívod čistého vzduchu

- **organizační**

- dodržovat určený způsob práce (neodstraňovat usazený prach ofukem místo odsávání, či mokrého úklidu)
- zabráňovat zviřování usazeného prachu

- **náhradní**

- užití ochranných pracovních prostředků (kukly s přívodem vzduchu, polomasky respirátory). Respirátory se užívají pro každý daný druh prachu jiný

U prachu na pracovišti se zjišťují přípustné expoziční limity prachu (PEL). Jsou to časově vážené průměry koncentrací za pracovní směnu (viz tab. 1).

Přípustné expoziční limity prachu dělíme:

- pro celkovou koncentraci (vdechovanou frakci) prachu se označuje **PEL_C**,
- pro respirabilní frakci prachu **PEL_t**,

Látka	PEL _C [mg.m ⁻³]
bavlna, len, konopí, hedvábí	2
syntetická textilní vlákna	4
sisal, juta, vlna	6

Tabulka 1 - přípustné expoziční limity vlákenných prachů (PEL)

Odstranění prachu se provede: zametáním, vytíráním, vysáváním a používáním čističky vzduchu.

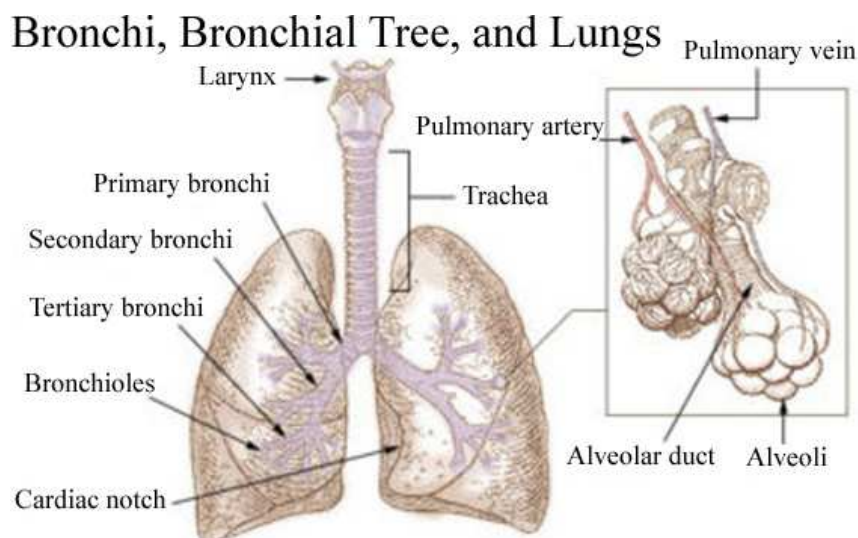
1.2 Vliv prachu na zdraví

Každý člověk si nejvíce váží svého zdraví. Onemocnět může kdekoliv a je dobré se preventivně chránit.

Hlavní a zcela rozhodující cestou vstupu pro prach jsou dýchací cesty. Výjimku tvoří hrubší umělá minerální vlákna (skleněná, čedičová, strusková), u kterých je třeba také počítat s vlivem na kůži. Další cestou průniku je trávící ústrojí, mohou způsobovat usazování prachových částic v očích, nosu a ústech a s tím spojené nepříjemné pocity.

Obvykle jsou za poléťavý prach považovány částice menší než 10 μm a jejich obsah v ovzduší se vyjadřuje jako hodnota PM_{10} . Předpokládá se, že částice nad 10 μm jsou při běžném dýchání nosem zachycovány na sliznici nosní dutiny. Částice v rozsahu 5 μm a menších se usazují v dýchacích cestách. Vdechnuté částice pronikají do části dýchacích cest, kde není řasinkový epitel, a do alveol (viz obr. 2). Alveolách řasinkový epitel není, takže je omezena schopnost transportu nečistot ven. S rostoucí hloubkou dýchání roste množství větších částic strhávaných proudem vzduchu do hlubších partií respiračního traktu [2].

Dlouhodobé vystavování člověka celkovým koncentracím prachu a prachu bez specifických účinků přetěžuje samočisticí mechanismy plic, snižuje celkovou obranyschopnost člověka a může přispívat ke vzniku různých zdravotních potíží. Účinek dráždivých (vlákenných) prachů se nejčastěji projevuje mechanickým drážděním sliznic dýchacích cest, spojivek očí a pokožky, u citlivějších osob i alergickými reakcemi. Některé prachy, zvláště organického původu, mohou vyvolávat přecitlivělost projevující se např. jako průduškové astma [15].



Obr. 2- schéma plic a umístění alveol v plicích

1.2.1 Alergie na prach

Alergie na prach není zcela správný výraz. Jsme alergičtí spíše na to, co prach na sebe váže. Mohou to být výkaly roztočů, pyl, textilní prach, zvířecí chlupy, plísňe. Je zjištěno, že domácí prach má mnohem více alergenů než prach vnějšího prostředí.

Každý člověk je obdařen imunitou, neboli obranyschopností, která chrání naše tělo před škodlivými vlivy prostředí, ve kterém se nacházíme. Pokud je naše imunita nějak poškozena či malá, může dojít k alergii.

Podstatou alergie je nepřiměřeně probíhající reakce těla na látky cizorodé povahy, se kterými se běžně setkáváme v okolním prostředí. Alergická reakce má nejrůznější projevy. Objevuje se náhle, na různých místech těla, v různých orgánech a systémech, v různých podobách a s různou intenzitou.

1.2.2 Nemoci z prachu

Pokud jsme vystaveni prachu dlouhodobě, může dojít k závažným onemocněním.

Pneumokonióza – zaprášení plic prachem, je to plicní onemocnění vyvolané anorganickým (minerálním) prachem, který se v plicích hromadí a vyvolává patologické

strukturální změny v plicní tkáni. Většinou jde o profesionální onemocnění, protože prach je vdechován v pracovním prostředí.

Charakter Pneumokonióza závisí na druhu vdechovaného prachu:

- **Silikóza** – prach obsahuje velké množství křemíku. Křemík se v plicích nerozkládá, způsobuje záněty, např. v kamenolomech, ve slévárnách [5]
- **Azbestóza** – je plicní onemocnění vznikající při dlouhodobém vdechování azbestového prachu délky 100µm - 200µm, riziko karcinogenity
- **Sideróza** – onemocnění způsobené prosakováním prachu do tkání sloučeninami železa. Postihuje plíce a oční tkáň.. Nedráždivý železný prach
- **Antrakóza** – zaprášení plic mikroskopickými částicemi uhlíku, např. sazemí, uhelným prachem. Běžná zvláště u obyvatel měst a u některých povolání, např. horníků a uhlířů. Nedráždivý uhelný prach [9].
- **Aluminióza** – onemocnění vlivem hliníkového prášku, projevuje se kašlem s hleny, potrháním stěn plicních sklípků až vzniku rozedmy plic
- **Berylióza** – onemocnění vyvolané vdechováním prachu obsahujícího sloučeniny berylia. Může se vyskytovat například u pracovníků v keramickém, elektrotechnickém a chemickém průmyslu a při výrobě fluorescenčních žárovek. Projevuje se suchým kašlem, dušností i zánětem plic – horečka slévačů – riziko karcinogenity [5]
- **Byssinóza** – je onemocnění dýchacích cest, které se projevuje stažením a křečí průdušek při inhalaci organického prachu z bavlny, lnu a konopí. Vyskytuje se převážně při kontaktu se surovou bavlnou. Po kontaktu s prachem si pacienti stěžují na tíseň na hrudi a pocit ztíženého dýchání. Projevy byssinózy jsou nejhorší zejména na začátku kontaktu s vlákenným prachem a během několika dní spíše ustupují. To však neplatí při dlouhodobé expozici kdy dochází tendenci ke zhoršování.

Prevence nemocí u postižených osob je vyvarovat se kontaktu s prachem v různých odvětví průmyslu [8].

1.3 Hořlavost vlákenného prachu

Při nedodržení bezpečnostních podmínek a prevenci proti prachu může dojít k požáru prachu.

Hoření je exotermická reakce při níž dochází ke vzniku tepla, světla a zplodin hoření. Je podmíněno přítomností hořlavé látky (paliva), oxidačního prostředí a zápalné teploty. Pokud chybí jedna z těchto věcí, nedojde k hoření.

Je třeba mít na zřeteli teplotu vzplanutí, teplotu hoření, teplotu vznícení, oblast výbušnosti, teplotu samovznícení, teplotu žhnutí a výhřevnost. A zjistit jestli se nejedná o látku, která je oxidačním prostředkem nebo má sklon k samovznícení.

1.3.1 Základní pojmy

Teplota vzplanutí – je teplota při níž hořlavá látka vytvoří dostatek par k tomu, aby se vzduchem tvořily hořlavou směs. Krátce vzplanou, ale dále nehoří. Při teplotách pod teplotou vzplanutí není možné zapálení, protože tlak par látky je příliš malý k tomu, aby se vytvořily zápalné směsi par se vzduchem. To však neznamená, že při teplotách pod teplotou vzplanutí neexistují nebezpečí požáru. Zdrojem zapálení může být látka velmi rychle zahřátá na svou teplotu vzplanutí [6].

Teplota hoření – je nejnižší teplota hořlavé látky, při níž se tvoří tolik hořlavých par, že se tyto páry při přiblížení otevřeného plaménku vznítí a samy dále hoří. Je vyšší než teplota vzplanutí.

Teplota vznícení - je nejnižší teplota, při které se hořlavá látka ve směsi se vzduchem sama bez iniciace vznítí. Jako vznícení se označuje začátek chemické reakce směsi plynu nebo páry se vzduchem za objevení otevřeného plamene.

Oblast výbušnosti - je ta oblast, kdy při zapálení zdrojem dojde k výbuchu. Všechny hořlavé látky jsou ve směsi se vzduchem zapalitelné jen uvnitř oblasti výbušnosti. Směsi prachu tuhých látek se vzduchem jsou nebezpečné výbuchem, jestliže dolní mez výbušnosti je menší nebo rovna 65g/m^3 , jestliže jejich dolní mez výbušnosti je menší nebo rovna 15g/m^3 jsou zvlášť nebezpečné výbuchem

Teplota samovznícení - je nejnižší teplota, při které látky bez vnějšího přívodu tepla vedou k samovznícení. Je vyšší než bod zápalnosti.

Teplotu žhnutí - tuhé látky je nejnižší teplota, při níž bez působení otevřeného plamene dochází ke žhnutí. Zapalují se směsi plyných zplodin rozkladu látky a vzduchu. Teplota žhnutí je závislá na tloušťce vrstvy prachu.

Zdroji vznícení mohou být volné horké plochy (např. potrubí, otopná tělesa apod.)

Výhřevnost – výhřevnost látky (v MJ/ kg) je množství tepla na jednotku hmotnosti, které vznikne při dokonalém spálení látky a které se při požáru může uvolnit. Čím je látka výhřevnější, tím více vody potřebujeme na její uhašení.

1.3.2 Hoření a výbuch vláknenného prachu

Vláknenný prach patří do skupiny hořlavých látek organického původu a dělí se na jednozrnné nebo jednovláknité. Sám nebezpečný není, nebezpečí vzniká až při styku nebo ve směsi se vzduchem.

Dělíme ho na usazený nebo rozvířený:

- **usazený prach** má schopnost samovznícení. Vrstva prachu i nižší než 1 mm a prach usazen v odsávacím potrubí postačuje k šíření požáru.
- **rozvířeným prachem** může dojít k vytvoření výbušné směsi, která rychle hoří.

Výskyt požáru či výbuchu se více vyskytuje tam, kde je prach jemný a suchý.

V textilním průmyslu se vyskytuje textilní prach a vláknité materiály v přádelnách a tkalcovnách, vnitřních prostorách strojů a odsávacím potrubí. K hašení se používá roztržitý vodní proud s příměsí smáčedla nebo pěny. Hasí se tak, aby se zabránilo zvíření prachu.

Největším nebezpečím při hašení hořlavých prachů je výbuch prachu. Oblastí výbušnosti se označuje oblast koncentrací směsi plynu, páry nebo prachu se vzduchem, ve které směs při zapálení zdrojem vznícení vybuchuje. Oblasti výbušnosti se označuje jako dolní (nejnižší koncentrace hořlavého plynu) mez výbušnosti, kdy tato směs není výbušná ani hořlavá a horní (nejvyšší koncentrace hořlavého plynu) mez výbušnosti, kdy je směs hořlavá jen za přístupu vzduchu. Udává se v objemových procentech nebo v g/m³ vzduchu při normálním tlaku. Všechny hořlavé látky jsou ve směsi se vzduchem zapalitelné jen uvnitř této oblasti výbušnosti. Prachy vláknitých látek – bavlny, lnu,

konopí, juty jsou velmi náchylné k tvorbě elektrostatického náboje a mají nízké dolní meze výbušnosti. Čím větší je oblast výbušnosti, tj. rozmezí mezi dolní a horní mezí výbušnosti, tím je látka nebezpečnější.

Typy výbuchu:

- **primární** – je to počáteční výbuch nastávající vznícením rozvířeného prachu, je doprovázen sérií sekundárních výbuchů se vzestupným účinkem (série výbuchů),
- **sekundární** – je výbuch výbušné směsi vytvořené rozvířením usazeného prachu, k němuž došlo účinkem tlakové vlny primárního výbuchu [3],

Výbuch může nastat při žhnutí hořlavého prachu, při zvření této žhnoucí vrstvy prachu zpravidla dojde k okamžitému výbuchu. Aby nedošlo k výbuchu, musí se zamezit požáru a jeho šíření různým potrubím (odsávací, větrací atd.).

Potlačení požáru:

- omezení tření a vzniku elektrostatického náboje
- omezení broušení a řezání při kterých může dojít k jiskření (vodní paprsek, laser)
- zlepšení odvodu tepla, hlídání teplot,
- odstranění vzniku výbušných zplodin,
- vhodné oblečení obsluhy, vyloučení materiálů s nízkou vodivostí do $10^{-8}\Omega$ [10]
- nebezpečí výbuchu lze potlačit inertizací, např. pomocí inertního plynu (N_2 , CO_2) [7]

Příklady:

Požár dne 24.1.1998 v textilním závodě MILERBA v Borovnici.

Výbuch textilního prachu a následný požár v závodě PAJA a.s. v Trutnově-Poříčí dne 9.3.1998

Textilie, např. bavlna

Hořlavá vláknitá látka. Bavlnu lze zapálit i jiskrou a lokálním zahřáním. Žhnoucí ložiska se uvnitř udržují velmi dlouho a plynné zplodiny bavlna nasává.

Rostlinné oleje na bavlně lehce oxidují a vzniká nebezpečí samovznícení. V tab.2 je možno zjistit různé teploty pro bavlnu a textilie [12].

	teplota vzplanutí	teplota vznícení	teplota samovznícení	teplota žhnutí	výhřevnost
Bavlna	230- 66 °C	255 °C	120 °C	205 °C	17 MJ.kg ⁻³
Textilie		nad 290°C			16 MJ.kg ⁻³
vhodná hasiva	pěny, voda se smáčedlem				

Tabulka 2 - různé teploty pro bavlnu a textilie, vhodná hasiva

1.4 Tření textilií jako zdroj prachu

Povrch vlákna je důležitý pro řadu vlastností vlákna. Úprava povrchu vlákna patří mezi jedny z nejčastěji používaných způsobů úpravy vlastností vlákenných útvarů. Povrch vlákna ovlivňuje mnoho vlastností vláken a textilních útvarů mezi které patří např.:

- tření mezi vlákny
- tření mezi vláknem a jiným materiálem (kov, keramika, plastická hmota textilní materiál atd.)
- oděr

1.4.1 Mechanismus tření

Tření je odpor (tečná síla) proti pohybu jednoho povrchu tělesa a povrch druhého tělesa. Je jednou z příčin soudržnosti vláken v lineárních textiliích v přízích a průtahu pramene. Na straně druhé je vysoké tření příčinou porušení povrchu (viz příloha 2), snížení splývavosti a vzniku problémů při kontaktu textilií s různými materiály [18]. Dále negativně ovlivňuje např. vznik elektrostatického náboje, narušení vláken oděrem.

Tření souvisí s povrchem vláken a rychlostí jejich pohybu. Povrch textilií je nerovnoměrný a při jeho tření dochází ke kontaktu vystoupilých plošek nitě. Musí se tak překonat meze plastické deformace, aby došlo ke tření skutečného kontaktu plochy. Při tření dochází k plastické deformaci lokálních míst doprovázené lokálním ohřevem až natavením.

Základní složky tření:

1. Tření vzniká mezi tělesy ve vzájemném kontaktu
2. Tření ovlivňují faktory, jako :
 - a. povrch
 - b. materiál
 - c. historie vzájemné interakce povrchů
3. Mechanická složka tření se projevuje deformací povrchových nerovností

4. Při deformaci tuhým povrchem se projevuje tvorba rýh
5. Jestliže se uvádějí do pohybu dva hladké povrchy (sklo, leštěný kov), porušují se adhezí síly mezi povrchy
6. Princip klouzání (lubrikace) spočívá v oddělení třecích povrchů [14]

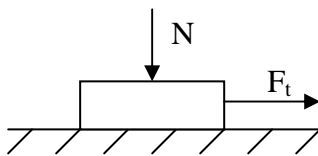
Tření rozeznáváme:

- **statické** (okamžik uvedení tělesa na podložce do pohybu), charakterizované statickým koeficientem tření f_s
- **dynamické** (udržování tělesa v pohybu), charakterizované dynamickým koeficientem tření f_D , [14] nezávisí na rychlosti

Statické tření f_s je větší než dynamické tření f_D (udržení v pohybu)

Klasická teorie ((Leonardo da Vinci, Amontons, Coulomb) tření vyslovila dva postuláty:

- Síla F_t působí proti směru pohybu tělesa po podložce
- Síla F_t je úměrná normálové síle F_N (viz obr. 3)



Obr. 3 – poměry při ideálním tření dvou hladkých těles

N ...normálová síla

F_t ...třecí síla

f ...koeficient tření ($0 < f < 1$)

Pro koeficient statického tření :

$$f = \frac{F_t}{N} \quad (1)$$

kde f - je koeficient tření, tj. konstanta pro dané povrchy těles. Ze základního vztahu vyplývá, že třecí síla F_t nezávisí na zdánlivé ploše kontaktů (geometrii povrchu). Koeficient tření je počítán v okamžiku, kdy se tělesa dají do vzájemného relativního pohybu. Jedná se tedy o statický koeficient tření.

1.4.2 Snížení třecího odporu

Prostředek ke snížení třecího odporu je lubrikace, která jednak snižuje koeficient tření a snižuje opotřebení vlivem mazadel (lubrikantů). Lubrikanty mohou zajišťovat tzv. kapalinné tření.

Pokud nanese na materiál lubrikant, vytvoří se film, který by měl být odolný vůči oděru, měl by být pružný, měkký a trvanlivý.

Je známo, že při použití lubrikantů se snižuje tření vlákno/vlákno nebo jiný materiál. Lubrikanty mají na tření vláken výrazně menší vliv než na tření kovů. U vláken v oblasti lubrikace, kdy vrstva není dostatečně silná a nekryje všechny nerovnosti povrchu tvoří dobrý lubrikant vrstvu, která zabrání adhesi obou povrchů v kontaktních bodech. Tření je především výsledkem smykového napětí vyvolaného deformací vrstvy lubrikantu.

Z empirických zkušeností je odpozorováno, že příliš hladký povrch znamená růst koeficientu tření.

1.5 Stroj na zjišťování prašnosti

1.5.1 Gelbo - Flex Tester s počítadlem částic

Počítadlo částic pro použití s Gelbo Flex Testerem (viz obr. 4) je ke zjištění množství uvolněných vláken z textilních materiálů v 30 s intervalu při ohýbání v suchém stavu.

Tento test může také byl aplikován na netkaných textiliích a dalších textilních materiálech.

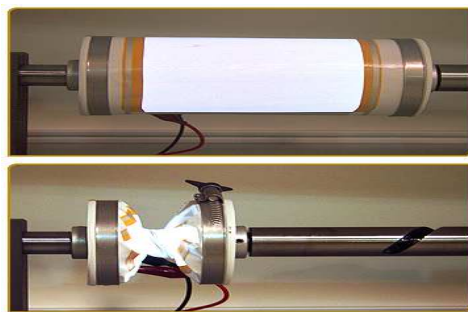
U nás se používá norma EN ISO 9073- 10.



Obr. 4 - Gelbo - Flex Testerem, model: G0005

Zatímco vzorek je vystavený cyklickému opakování kroucení a stlačení na Gelbo - Flex Testeru, vzduch je stažený z testovací komory a složky v proudu vzduchu jsou spočtené a klasifikované na počítadle částíček.

Ohýbací zařízení se skládá ze dvou kruhových desek o průměru 82,8 mm, z nichž jedna je fixovaná a druhá napojená na ohýbací rameno k tomu, aby vykonávala ohýbající akci. Pohyblivé rameno kroutí a stlačuje vzorek v 60 cyklech/min při současném otáčení ve směru a proti směru hodinových ručiček v úhlu 180° a přes 120 mm pohybem sem a tam k zafixované kruhové desce (viz obr. 5).



Obr. 5 – ohýbací zařízení

Ohýbací komora a kolektor vzduchu o rozměrech 300 x 300 x 300 mm je vyrobený z plexiskla a má odstranitelné desky pro čištění. Tři desky mají dva přiměřené 10 mm větrací otvory. Isokinetická sonda toku vzduchu (vzdušný sběratel) je upevněná ke středu ohýbající komory. Čistící filtr je upevněný za pohybujícím se ramenem a pružná hadice je připojena z čistícího filtru k počítadlu částic.

Počítadlo částic počítá a třídí složky v reálném čase s důležitostí pro odhad velikosti od 0,3-25,0 μm nebo 0,5–25,0 μm . Počítadlo současně monitoruje až 6 environmentálních senzorů jako je teplota, vlhkost, proudění vzduchu nebo rozdíl tlaků okolního prostředí [23].

2. Experiment

2.1 Princip činnosti stroje pro stanovení prašivosti plošných textilií

Nekonečný pás tkaniny o šířce 15 cm se navlékne na dva odvíjecí válce opatřené bočnicemi, které se nasunou do kovové konstrukce. Ke středu jednoho z válců se připojí spojka elektrického motorku, který se nachází vně konstrukce. Mezi odvíjecími válci je odírací váleček, na který se upevní textilie stejné úpravy a zabezpečí se proti posuvu. Pod válečkem je korýtko s otvorem na kterém je postavena miska s ethylenglykolem, která má nožičky. Pod miskou je otvor, kterým je pomocí vysavače odsáván vzduch z prostoru, kde se odírá tkanina o tkaninu. Miska tak nesmí doléhat ke stěnám korýtku, jinak by zamezila odsávání vzduchu. Většina prachu se zachytí v misce pro další zkoumání a část unikne do vysavače a okolního prostředí. Nad miskou se nachází trychtýř, který napomáhá lepší orientaci vlákenného prachu do misky s ethylenglykolem.

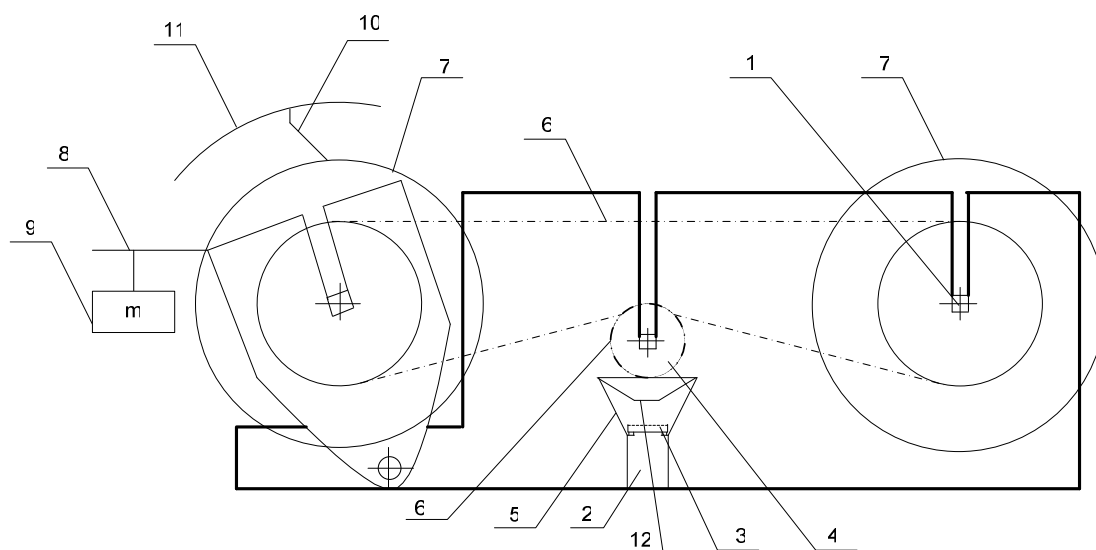
Po spuštění motorku a odjištění jednoho z válců tak, aby tkanina byla v napnutém stavu, se tkanina na horní části válců pohybuje vodorovně, v dolní části válců přejíždí po odíracím válečku s textilií. Přičemž podélná osa pásu tkaniny je kolmá na váleček s textilií. Po 40 sekundách se pás tkaniny zastaví a začne se otáčet opačným směrem opět 40 sekund. Takto cyklické obíhání textilie trvá 20 minut (viz obr. 6).

Stroj na prašnost se skládá z těchto částí:

1. spojka elektrického motorku
2. otvor pro odsávání vzduchu
3. vanička pro odchyt prachu
4. kovový odírací váleček
5. korýtko
6. tkanina
7. velkopřůměrové odvalovací válce s bočnicemi
8. rameno na zavěšení závaží
9. závaží
10. ukazatel

11. měřítko úhlu natočení napínací kladky [°]

12. trychtýř



Obr. 6 – náčrtek stroje na zjišťování prašnosti textilií

2.2 Příprava vzorků

Pro experiment jsme vybrali bavlněnou tkaninu pod obchodním názvem „Karel“. Protože převážná část textilních výrobků (oblečení, dekorace do interiérů atd.) jsou vyrobeny z bavlny a bylo by tedy výhodné snížit její prašnost různými úpravami.

Vzorky byly stříhané po osnově o rozměrech 15x158 cm. Poté se upravily níže uvedenými metodami. Po usušení ve vodorovné poloze při laboratorní teplotě 25 °C se vzorek o rozměrech 15x144 cm sešil tak, aby se z něj stal nekonečný pás tkaniny. Zbylý kousek látky se použil jako druhá tkanina na odírací váleček.

2.2.1 Vzorek upravený UV + IR zářením

Elektromagnetické spektrum se skládá z gama záření, rentgenových paprsků, ultrafialového záření, viditelného záření, infračerveného záření, mikrovln a radiových vln (viz obr. 7).

Vlivem slunečního světla na textilní vlákna vznikají chemické reakce, které zhoršují fyzikální vlastnosti vlákna. Současně se snižuje polymerační stupeň makromolekuly vlákna. Stupeň poškození není u všech vláken stejný a je nutno rozlišovat, je-li textilie chráněna sklem či nikoliv. U tkaniny rozhoduje také její konstrukce, dostava po osnově a po útku a počet zákrutů osnovních a útkových nití.

UV záření - Ultrafialové záření je neviditelné elektromagnetické záření o vlnové délce 400 – 4 nm a frekvenci 10^{15} až 10^{17} Hz. Je součástí slunečního spektra a nachází se mezi viditelným slunečním zářením a rentgenovými paprsky.

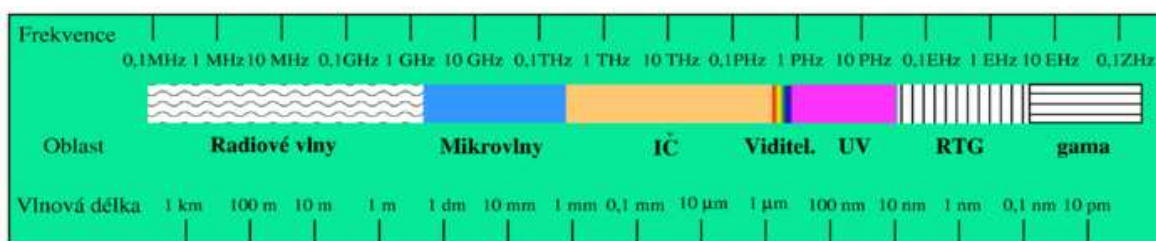
Ultrafialové záření je tvořeno třemi složkami:

- UVA (320 – 400 nm) – tato složka vyvolává podráždění až poškození pokožky a má vliv na možný vznik melanomu
- UVB (280 – 320 nm) – je silnější záření, které má vyšší intenzitu v létě a je častou příčinou spálení od slunce a také kožního karcinomu.
- UVC (pod 280 nm) – je nejsilnější a nejvíce škodlivá složka UV záření.

Většina UVB a UVC záření je pohlcena ozónovou vrstvou předtím než dosáhne zemského povrchu. Část záření, která pronikne ozónovou vrstvou je zachycena běžným okenním sklem nebo odražena oblečením [19].

IR záření - leží mezi viditelnou a mikrovlnou složkou elektromagnetického spektra. Infračervené vlny mají delší vlnovou délku a nižší frekvenci než viditelné záření. Infračervené záření je rozděleno do třech kategorií: blízké, střední a dlouhé.

Blízké infračervené záření odpovídá části infračerveného spektra, které je blíže viditelnému světlu, a dlouhé infračervené záření odpovídá části bližší mikrovlnné oblasti. Oblast středního infračerveného záření leží mezi těmito dvěma oblastmi. Primární zdroj infračerveného záření je teplo nebo tepelná radiace. Čím vyšší teplota, tím více se pohybují atomy a molekuly a tím je vytvořeno více infračerveného záření. [20]



Obr. 7 – Elektromagnetické spektrum podle vlnových délek [24]

2.2.1.1 Degradace vláken vlivem ozáření

Všechny druhy textilních vláken podléhají destrukčním vlivům slunečního záření. Degradací reakce světlem probíhají většinou za přítomnosti vzdušného kyslíku, vzniká tak řada vedlejších oxidačních produktů.

UV záření - k fotolytické degradaci dochází působením světla hlavně jeho ultrafialové složky. UV záření má za nepřítomnosti kyslíku na celulózu poměrně malý účinek na druhé straně degradační účinek za přítomnosti vzduchu je sledován jako úbytek pevnosti. UV zářením se zpřetrhávají vazby –C-C- nebo –C-O-. Energie potřebná k tomuto přetržení je 335 – 377 kJ.mol⁻¹. Celulóza nemá sklon absorbovat UV záření. Teprve po zušlechťovacích pochodech, jako je barvení a jiné úpravy se mění její

vlastnosti a UV záření je celulózou absorbováno. Celulóza je odolnější vůči UV záření pokud má velký lesk, který se docílí mercerací [22].

IR záření - jeho krátkovlnná hranice leží za viditelném červeným zářením, tedy nad 700 nm. Proniká-li IR zářením látkou, která je nepohlcuje, nedochází prakticky k žádným ztrátám zářivé energie, nýbrž pouze ke změně rychlosti jeho šíření. Neexistuje však látka, která by propouštěla elektromagnetické záření v celém jejím rozsahu.

Dlouhovlnná část IR záření, která sousedí s oblastí elektrických vln, má s nimi mnoho společných vlastností. Můžeme u ní očekávat větší schopnost prostupnosti. IR záření v oblasti přiléhající k červenému konci spektra bude mít mnohé vlastnosti viditelného světla. Největším přírodním zdrojem IR záření je slunce, ale je značně zeslabeno průchodem atmosférou. Vlákná s bílým, hladkým a lesklým povrchem vykazují menší pevnostní ztráty vlivem světla než vlákna ostatní.

Úprava tkaniny

Vzorek tkaniny jsme zavěsili na držák do svislé polohy lícni stranou k horskému slunci. Horské slunce se zapnulo a vyzařovalo UV + IR záření. Vzdálenost horského slunce a líce tkaniny byla 40 cm. Ozařování se provedlo v uzavřené digestoři za přítomnosti vzduchu a denního světla po dobu 1 hodiny. Teplota v digestoři po pohybovala kolem 20 °C.

2.2.2 Vzorek upravený přípravkem Axilát 4924

Všeobecný popis Axilátu:

Typ pryskyřice: vodná termo-reaktivní disperze styrén-akrylového kopolymeru, anionaktivní,

Forma doručení: viskózní kapalina, mléčně bílá, zakalená

Tabulka 3 – specifikace Axilátu 4924

<i>Specifikace</i>			
parametry	hodnota	jednotka	metoda
Obsah sušiny	39-41	%	ISO 3251
pH	7-8,5	-	ISO 976
<i>Typické vlastnosti</i>			
MFFT	0	°C	ISO 2115
Tg (DSC)	-12	°C	ISO 11357
Hustota (23°C)	1,02	g.cm ⁻³	ISO 2811-1
Viskozita (S2/50)	max. 500	mPa.s	ISO 2555

Doporučené aplikace

AXILAT 4924AF je užíváný jako pojivo v tiskařských pastách černých barviv pro textilní průmysl a jako pojivo ve výrobě obsáhlých a plošných netkaných tkanin. To může být použit samostatně nebo ve směsích s termo - reaktivními disperzemi AXILAT 942 nebo AXILAT 1691. Ve srovnání s nimi, film AXILAT 4924AF je velmi měkký a mírně lepkavý. Je specificky užíváný pro přípravu pojiva míchaný v netkané látce a aplikačních ustálení.

Vlastnosti filmu:

- dobrá tvorba filmu,
- průhledný
- měkký, mírně lepkavý
- dobrý odpor k vodě a organickým rozpouštědlům po vystavení 110 – 140 °C

Úprava vzorku

Připravily se roztoky Axilátu 4924 o koncentracích 0,5 , 2 , 4,5 % z hmoty textilie a doplnily se na objem 350 ml vodou. Fulár se nastavil na rychlost klocování 1,2 m/min a přítlak válců na 1,5 bar.

Vzorek textilie se naklocoval na fuláru s mokrý přivažkem 80 ± 2 %. Po naklocování se zjistil skutečný mokrý přivažek. Vzorky se sušily ve vodorovné poloze při teplotě 25 °C. V tab. 4 jsou uvedeny parametry pro úpravu textilie.

Tabulka 4 - parametry pro úpravu textilie

množství přípravku [%/hm. textilie]	množství přípravku [g/l]	mokrý přivažek [%]	skutečný mokrý přivažek [%]
0,5	1,86	80	78,2
2	7,5	80	81,6
4,5	16,88	80	82

2.2.3 Vzorek upravený přípravkem Axilát 942

Všeobecný popis Axilátu:

Typ pryskyřice: vodná termo-reaktivní disperze styrén-akrylového kopolymery, anionaktivní

Forma doručení: viskózní kapalina, mléčně bílá, zakalený

Tabulka 5 – Specifikace Axilátu 942

<i>Specifikace</i>			
parametry	jednotka	hodnota	metoda
Obsah sušiny	%	48-50	ISO 3251
pH	-	2.5-5.5	ISO 967
Viskozita (250 s⁻¹)	mPa.s	60-120	ISO 3219
<i>Typické vlastnosti</i>			
MFFT	°C	0	ISO 2115
Tg (DSC)	°C	3	ISO 11357
Hustota (23°C)	g.cm ⁻³	1.04	ISO 2811-1
Viskozita (S2/50)	mPa.s	100-500	ISO 2555

Doporučená aplikace:

AXILAT 942 je užíván jako pojivo ve výrobě netkaných textilních zboží, zvláště podlahových krytin a těžkých technických textilií. Může být použit ve směsicích dalších dispersích AXILAT 1691 nebo AXILAT 4924AF. V porovnání s nimi, je film středně měkký a lepkavý. Je užíván pro přípravu směsných pojiv pro netkané textilní zboží, fixace a ztužování přípravku.

Vlastnosti filmu:

- dobrá tvorba filmu,
- průhledný
- měkký, mírně lepkavý
- dobrý odpor k vodě a organickým rozpouštědlům po vystavení 110 - 140°C

Úprava tkaniny

Připravily se roztoky Axilátu 942 o koncentracích 0,5; 2; 4,5 % z hmoty textilie a doplnily se na objem 350 ml vodou. Fulár se nastavil na rychlost klocování 1,2 m/min a přítlak válců 1,5 bar. Vzorek textilie se naklocoval na fuláru s mokrý přivažkem 80 ± 2 %. Po naklocování se zjistil skutečný mokrý přivažek. Vzorky se sušily ve vodorovné poloze při teplotě 25 °C. V tab. 6 jsou uvedeny parametry pro úpravu textilie.

Tabulka 6 - parametry pro úpravu textilie

množství přípravku [%/hm. textilie]	množství přípravku [g/l]	mokrý přivažek [%]	skutečný mokrý přivažek [%]
0,5	1,86	80	81,8
2	7,5	80	80,6
4,5	16,88	80	81,4

2.2.4 Vzorek upravený komerční aviváží Silan

Po delším používání textilu dochází k opotřebení jeho povrchu. Aviváž tyto účinky omezuje. Silan zahalí každé jednotlivé vlákno ochrannou vrstvou, uhladí jej,

dodá mu pružnost, zabraní slepování vláken, usnadní jejich vzájemný skluz a sníží tak rychlost jejich opotřebení [17].

Vlákna pokryta avivážním prostředkem mají hladší povrch, jsou pružnější a působí dojmem hebkosti [21].

Úprava vzorku

Připravil se roztok aviváže o koncentraci 3 % z hmoty textilie a doplnil se na objem 350 ml vodou. Fulár se nastavil na rychlost klocování 1,2 m/min a přítlak válců 1,5 bar. Vzorek textilie se naklocoval na fuláru s mokrý přivažek 80 ± 2 %. Po naklocování se zjistil skutečný mokrý přivažek. Vzorky se sušily ve vodorovné poloze při teplotě 25 °C. V tab. 7 jsou uvedeny parametry pro úpravu textilie.

Tabulka 7 - parametry pro úpravu textilie

množství přípravku [%/hm. textilie]	množství přípravku [g/l]	mokrý přivažek [%]	skutečný mokrý přivažek [%]
3	13,12	80	80,7

2.3 Odírání vzorků

Do stroje se vložil roztok octanu draselného CH_3COOK pro vytvoření 25 %-ní relativní vlhkosti ve stroji. Do misky se nalilo 12 ml ethylenglykolu ($\text{CH}_2\text{OH}-\text{CH}_2\text{OH}$) a vložil se do korýtky. Nad misku se položil trychtýř, který orientuje vlákna doprostřed misky.

Na odírací váleček se upevnila tkanina stejné úpravy jako nekonečný pás textilie tak, aby nedocházelo k jeho pohybu popř. jeho uvolnění z odíracího válečku. Na válece se navlékne nekonečný pás textilie a k hnacímu válci se připevní spojka elektromotorku. Na zavěšovací rameno se zavěsí závaží o hmotnost 0,5 kg na polohu 2 s úhlem natočení napínací kladky 10° (viz obr. 8), což způsobí tlak na odírací element odpovídající 5200-7100 Pa. Takto připravené vzorky na odírání se uzavřely ve stroji a nechaly se aklimatizovat 24 hodin.



Obr. 8 - zavěšení závaží o hmotnost 0,5 kg na polohu 2 s úhlem natočení napínací kladky 10°

Po aklimatizaci vzorků se stroj na prašnost uvedl do chodu společně s odsáváním vzduchu. Uvolnila se pojistka u hnacího válce se závažím. Došlo k náklonu hnacího válce a tím k napnutí textilního nekonečného pásu pro jeho pohyb. Vzorky se odíraly 1 hodinu po lící straně. Po uplynutí odírací doby se stroj i odsávací zařízení vypnulo a

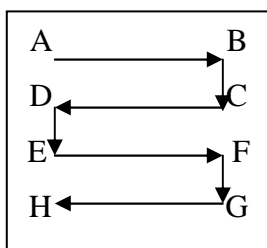
z korýtka se vyjmula miska s ethylenglykolem, který obsahoval odřený prach. U prachu se zkoumala velikost částic na lanametr. (viz obr. 9).



Obr. 9 - lanametr

2.4 Zjišťování velikosti částic na lanametri

Z odřeného prachu se připravily 2 vzorky pro měření délky vláken. Na podložní sklo se nanese prach a zakryje se krycím sklíčkem. Objektiv se nastaví na $10\times_{0,24}$. Měření na lanametri se provádělo od bodu A po bod H (viz obr. 10). Vláknům se zaostří a měřila se od jednoho konce vlákna k druhému. Měřítka na objektivu se nataví podélně po délce prachového vlákna a spočítá se počet dílků odpovídající délce prachového vlákna. Jeden dílek na měřítce lanametri odpovídal ve skutečnosti $5\cdot 10^{-4}$ [cm].



Obr. 10 – postup měření prachových částic

2.4.1 Výsledky měření velikosti částic na lanametri

Velikost prachu se měřila ze dvou vzorků a počet měření vláknenného prachu se pohyboval okolo 200 hodnot. Rozsah velikosti částic se pohyboval od několika mikrometrů až po stovky mikrometrů. Velikost částic prachu nad $100\text{ }\mu\text{m}$ jsme nezhodnotili, protože nemají respirabilní schopnost.

Rozdělení částic schopných pronikat do dýchacích cest:

- $5\text{--}20\text{ }\mu\text{m}$ jsou odštěpky „nevláknenného“ charakteru a schopny procházet do dýchacích cest
- $25\text{--}60\text{ }\mu\text{m}$ jsou odštěpky „nevláknenného“ charakteru a jen některé jsou schopny procházet do dýchacích cest
- $65\text{--}100\text{ }\mu\text{m}$ je prach „vláknenného“ charakteru a nejsou schopny procházet do dýchacích cest

- nad 100 μm je prach vláknenného charakteru, ale jsou natolik velké, že nejsou schopny sedimentovat v dýchacím ústrojí

Vláknenný prach se vyznačuje:

- tloušťka prachu $> 3 \mu\text{m}$
- délka prachu $> 5 \mu\text{m}$

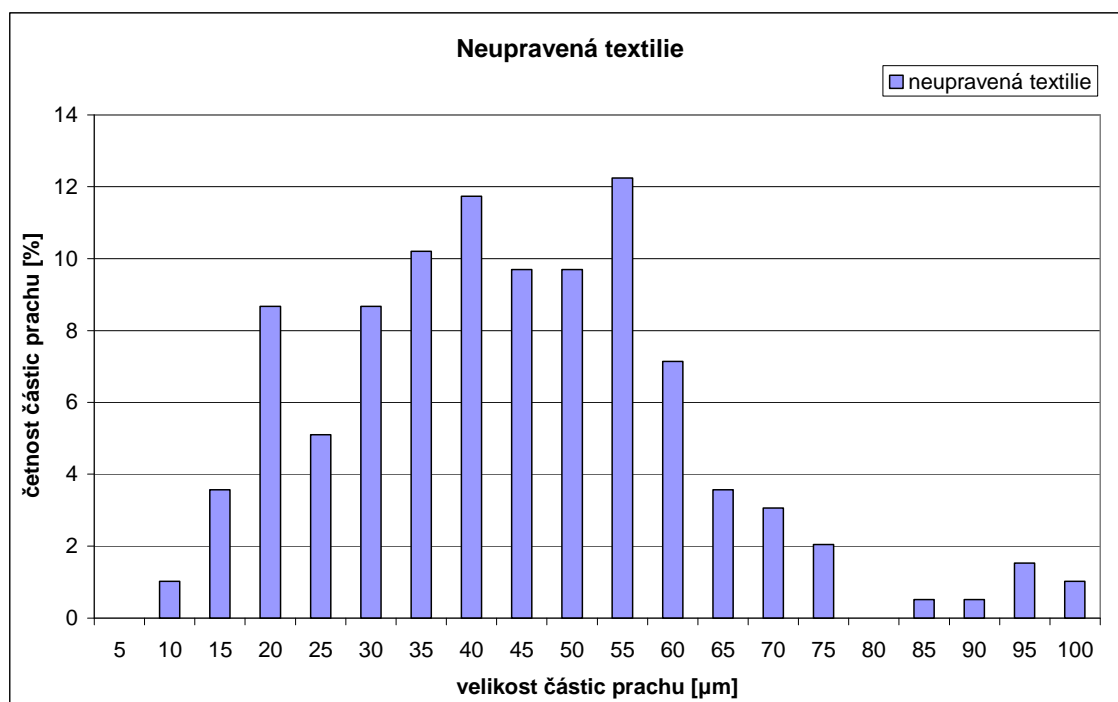
U všech grafů je srovnávána velikost částic prachu v μm v závislosti na jeho četnosti výskytu v % při odírání.

Nejprve se změřila velikost částic u neupraveného vzorku a ty se porovnávaly s velikostí částic prachu s různě upravenými vzorky.

Neupravená textilie

U neupraveného vzorku v grafu 1 je u nevlákenného prachu je nejčastější hodnota 55 μm s výskytem četnosti 12,2 %. Nejmenší naměřená velikost částic je 10 μm , které nerovnoměrně narůstá k velikosti 55 μm . Množství nevlákenného prachu je 87,8 %. Od 55 μm se výskyt prachových částic nevlákenného charakteru zmenšuje.

Nejčastější výskyt prachu vláknenného charakteru je u hodnoty 65 μm , kdy dosahuje výskyt četnosti 3,6 %. Množství vláknenného prachu je 12,2 %.

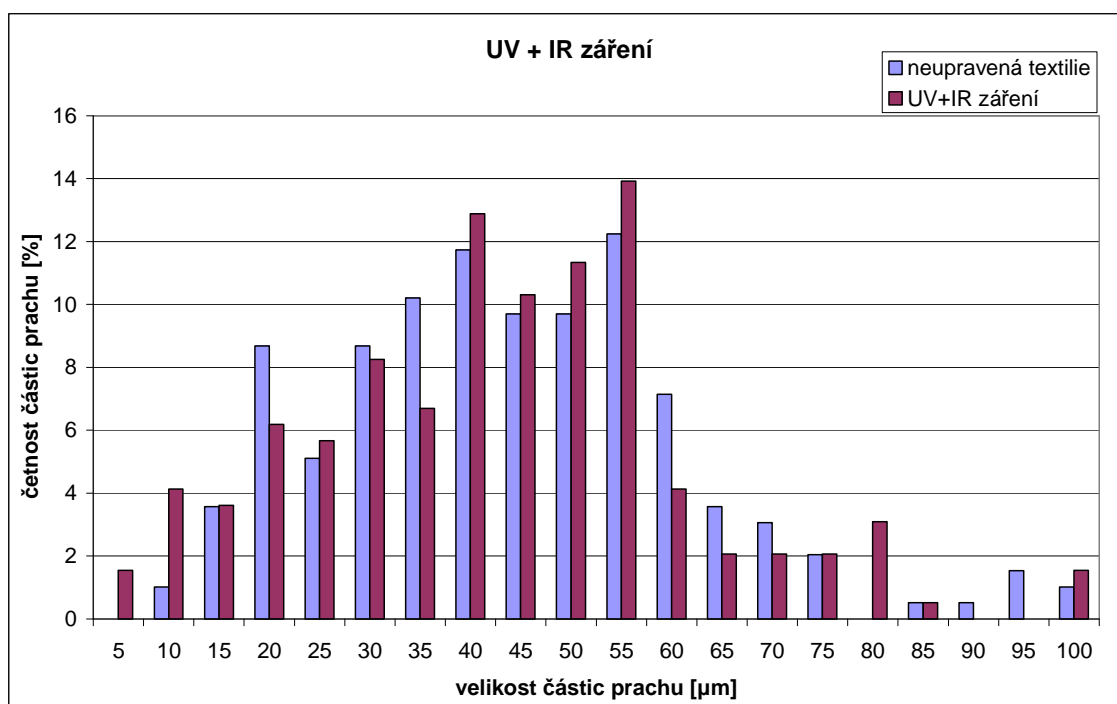


Graf 1 – četnost velikostí částic prachu u neupraveného vzorku

Textilie upravená UV + IR zářením

Textilie upravená UV + IR zářením jak můžeme vidět u grafu 2 je nejčastější hodnota 55 μm , která dosahuje četnosti 13,9 % a od ní se velikost nevlákenných částic výrazně zmenšuje. Nejmenší naměřená velikost částic je 5 μm , ale u neupravené textilie se začala projevovat až od 10 μm . Množství částic do 20 μm je 15,5 %. Celkové množství nevlákenných částic je 88,7 %. Od 65 μm je počet prachu vlákného charakteru 11,3 %. Ve srovnání s neupraveným vzorkem četnost výskytu prachu se od nejčastější hodnoty 55 μm výrazně sníží, kdežto u neupravené textilie se od hodnoty 50 μm četnost částic pomale snižuje.

Množství nevlákenného prachu je oproti neupravené textilie stejný a vlákného prachu je méně o 8,33 %.

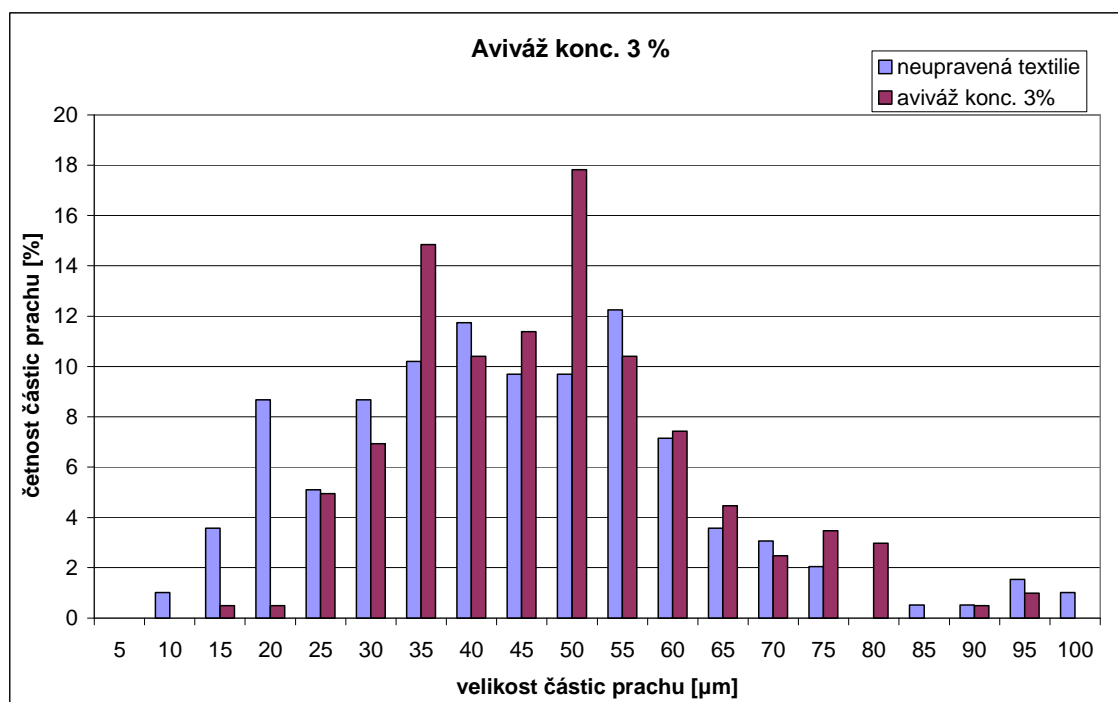


Graf 2 – četnost velikostí částic prachu u upraveného vzorku UV+IR zářením

Textilie upravená aviváží

Na grafu 3 je textilie upravená aviváží o konc. 3%. Nejčastější hodnota je 50 μm , která dosahuje četnosti 17,8 % a daleko převyšuje okolní hodnoty. Nejmenší naměřená velikost částic je 15 μm a do 20 μm je množství prachových částic 1 %. U neupravené textilie se začala projevovat velikost od 10 μm . Výskyt vláknenného prachu se objevuje do velikosti 80 μm a pak je výskyt prachu omezen.

Množství nevláknenného prachu je oproti neupravené textilii stejný a vláknenného prachu je více o 25 %.

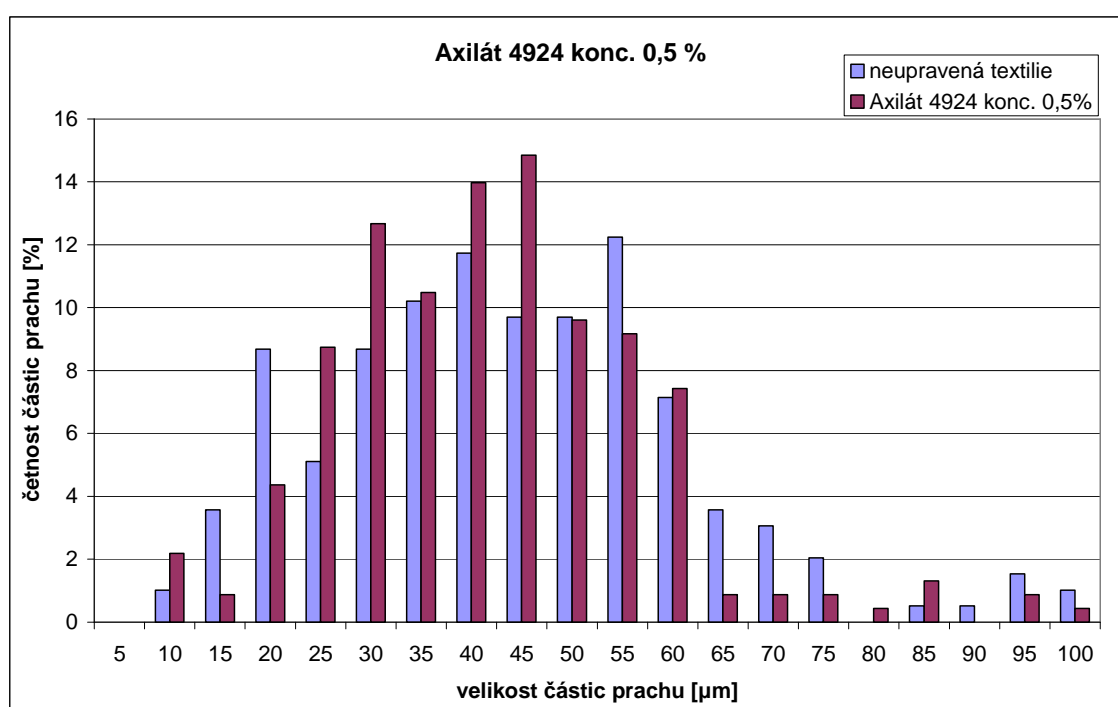


Graf 3 - četnost velikostí částic prachu u vzorku upraveného aviváží o konc. 3 %

Textilie upravená Axilátem 4924 o koncentraci 0,5 %/hm.tex

Na grafu 4 je textilie upravená Axilátem 4924 o konc. 0,5 %/hm.tex. Můžeme zde vidět, že medián dosahuje hodnoty 45 μm , která dosahuje četnosti výskytu 14,9 %. Nejmenší naměřená velikost částic je 10 μm a nerovnoměrně stoupá k velikosti 45 μm . Množství částic prachu do 20 μm je 7,4 %. Vlákenný prach se výrazně zmenší v závislosti na nevlákenném prachu. Vlákenný prach se vyskytuje ve všech velikostních hodnotách kromě 90 μm a nejvíce se vyskytuje u velikosti 85 μm .

Množství nevlákenného prachu je oproti neupravené textilii větší o 25,6 % a vlákenného prachu je méně o 45,8 %.

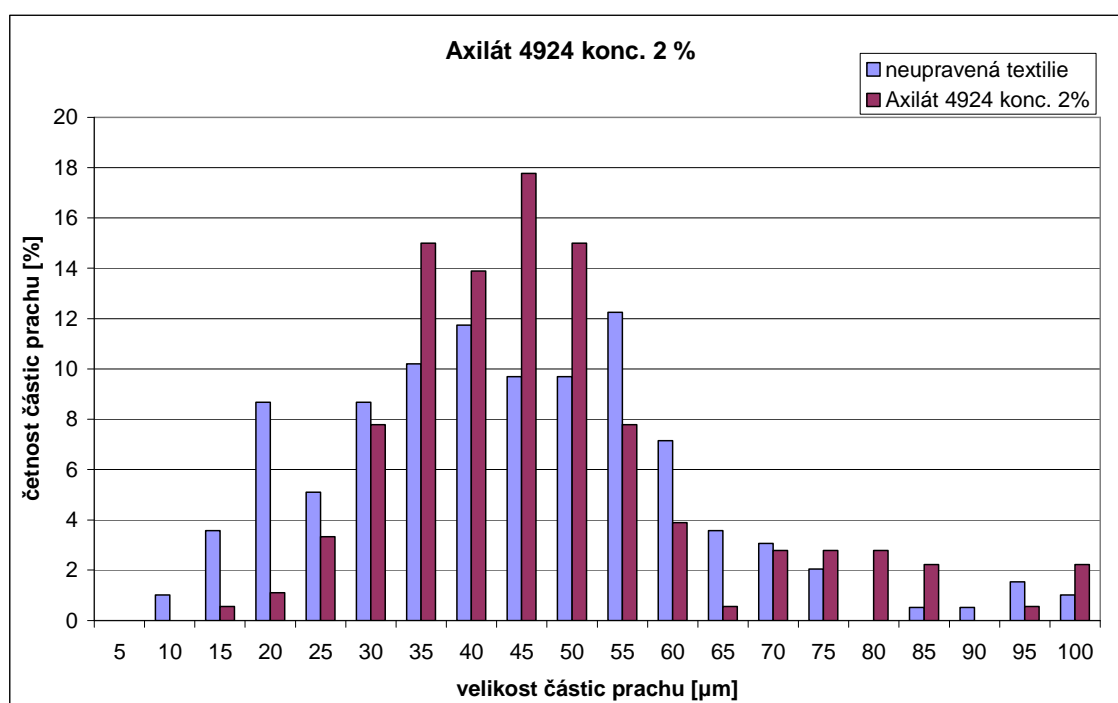


Graf 4 - četnost velikostí částic prachu u vzorku upraveného Axilátem 4924 o konc. 0,5%

Textilie upravená Axilátem 4924 o koncentraci 2 %/hm.tex

Na grafu 5 je vidět textilie upravená Axilátem 4924 o konc. 2 %/hm.tex. Jeho medián je 45 μm , který má četnost výskytu 17,8 % a od něho se začíná velikost prachu zmenšovat. Nejmenší naměřená velikost částic je 15 μm . Množství částic prachu do 20 μm je 1,7 %. Výskyt vláknenného prachu se v hodnotě 65 μm výrazně zmenšila, ale opět se zvýšila a udržovala se na stejném výskytu četnosti. Od 80 μm se četnost snižuje, ale u poslední hodnoty se výskyt prachu začal opět zvyšovat.

Množství nevláknenného prachu je oproti neupravené textilii menší o 9,9 % a vláknenného prachu je více o 4,2 %.

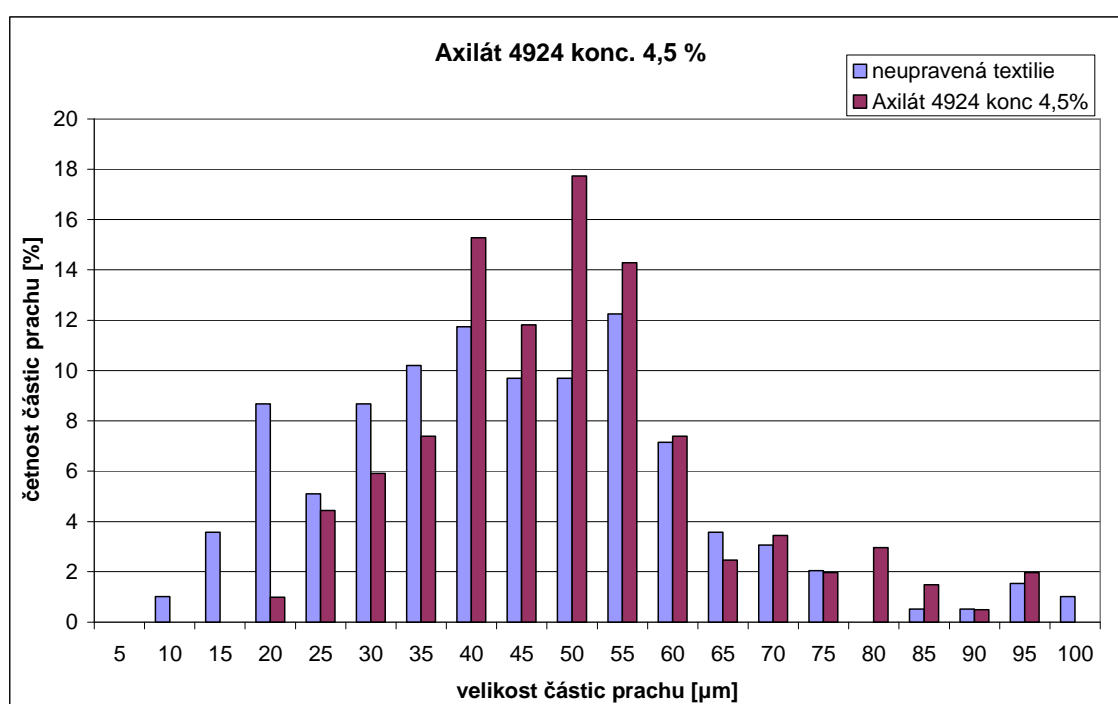


Graf 5 - četnost velikostí částic prachu u vzorku upraveného Axilátem 4924 o konc. 2%

Textilie upravená Axilátem 4924 o koncentraci 4,5 %/hm.tex

Na grafu 6 je textilie upravená Axilátem 4924 o konc. 4,5 %/hm.tex. Medián má hodnotu 50 μm , která má výskyt četnosti 18,2 %. Nejmenší naměřená velikost částic je 20 μm a od ní dochází k postupnému růstu výskytu četnosti jednotlivých velikostí prachu po hodnotu 50 μm . Množství částic prachu do 20 μm je 2,2 %. Nejčastější výskyt u vlákněného prachu je u velikosti 70 μm .

Množství nevlákněného prachu je oproti neupravené textilii větší o 16,9 % a vlákněného prachu je stejný.

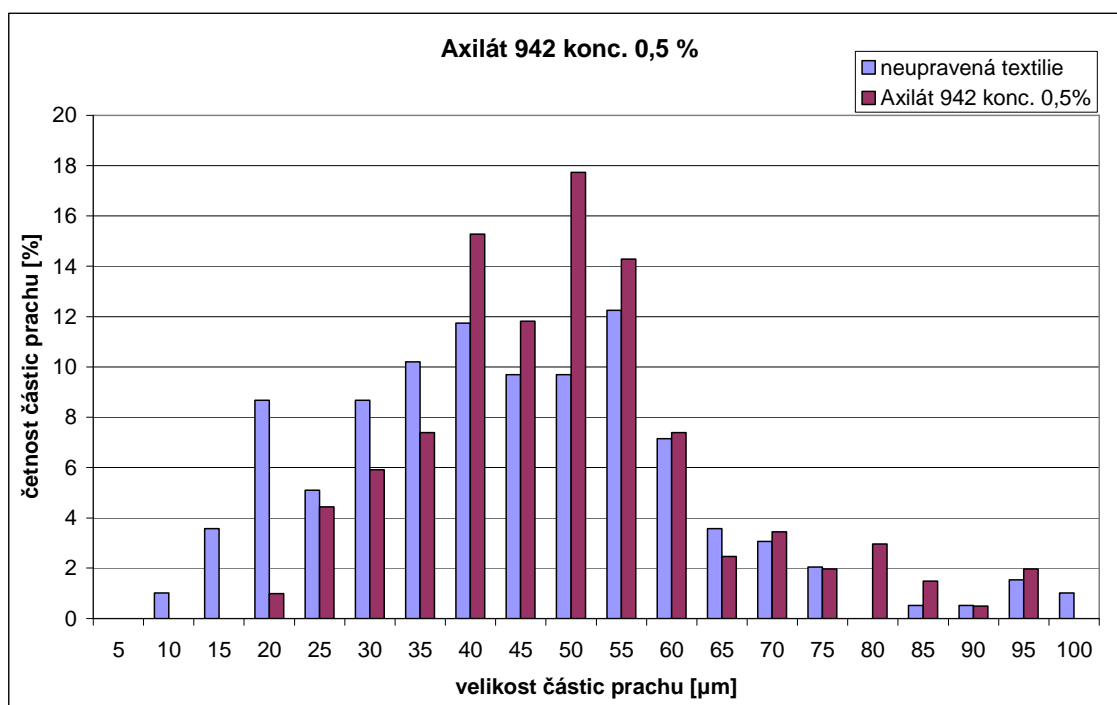


Graf 6 - četnost velikostí částic prachu u vzorku upraveného Axilátem 4924 o konc. 4,5%

Textilie upravená Axilátem 942 o koncentraci 0,5 %/hm.tex

Na grafu 7 je zřejmé, že textilie upravená Axilátem 942 o konc. 0,5 %/hm.tex má medián 50 μm , který má četnost výskytu 17,7 %. Nejmenší naměřená velikost částic je 20 μm . Množství částic prachu do 20 μm je 1 %. Výskyt četnosti u nevlákněného prachu nerovnoměrně roste s velikostí částic prachu. Dochází pak k poklesu výskytu nevlákněného prachu až k prachu vlákněného charakteru. U vlákněného prachu četnost výskytu kolísá do hodnoty 95 μm .

Množství nevlákněného prachu se oproti neupravené textilii zvětšil o 0,6 % a vlákněného prachu je více o 25 %.

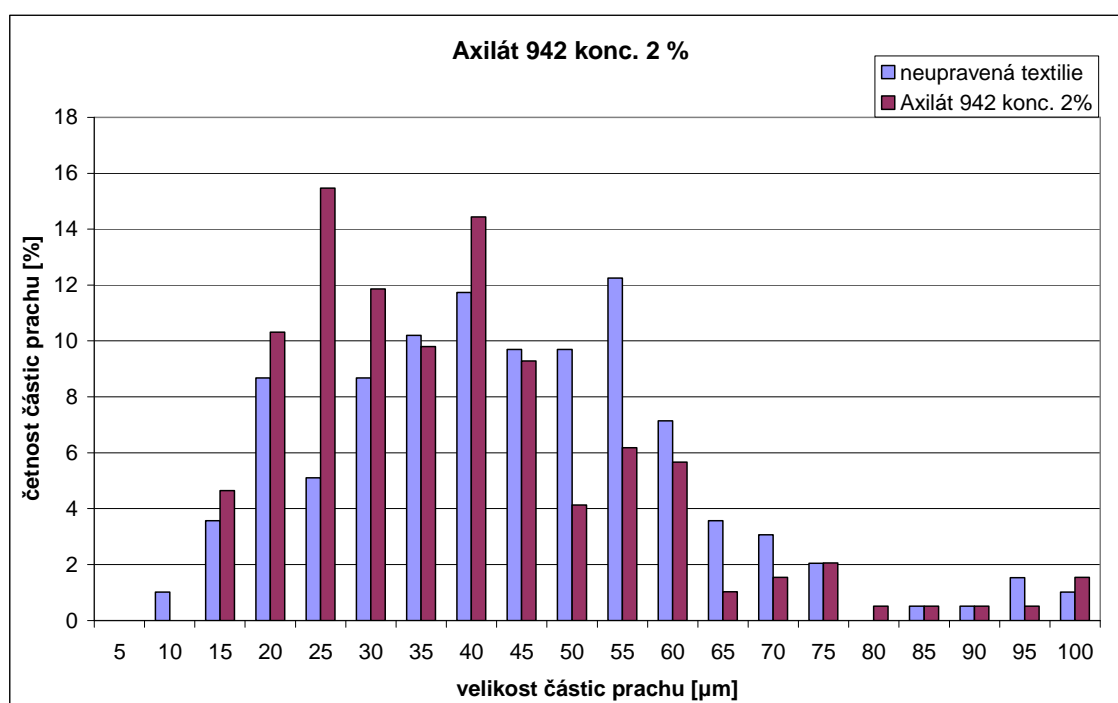


Graf 7 - četnost velikostí částic prachu u vzorku upraveného Axilátem 942 o konc. 0,5%

Textilie upravená Axilátem 942 o koncentraci 2 %/hm.tex

Na grafu 8 je textilie upravená Axilátem 942 textilie o konc. 2 %/hm.tex má medián 25 μm , který má četnost výskytu 15,5 %. Nejmenší naměřená velikost částic je 15 μm . Množství částic prachu do 20 μm je 14,9 %. Od 25 μm se výskyt částic nerovnoměrně klesá. Prach vláknenného charakteru stoupá do velikosti 75 μm , kdy se jeho četnost výskytu pohybuje okolo 2 %. Pak dochází k poklesu výskytu prachu, který je stejný až do velikosti 95 μm .

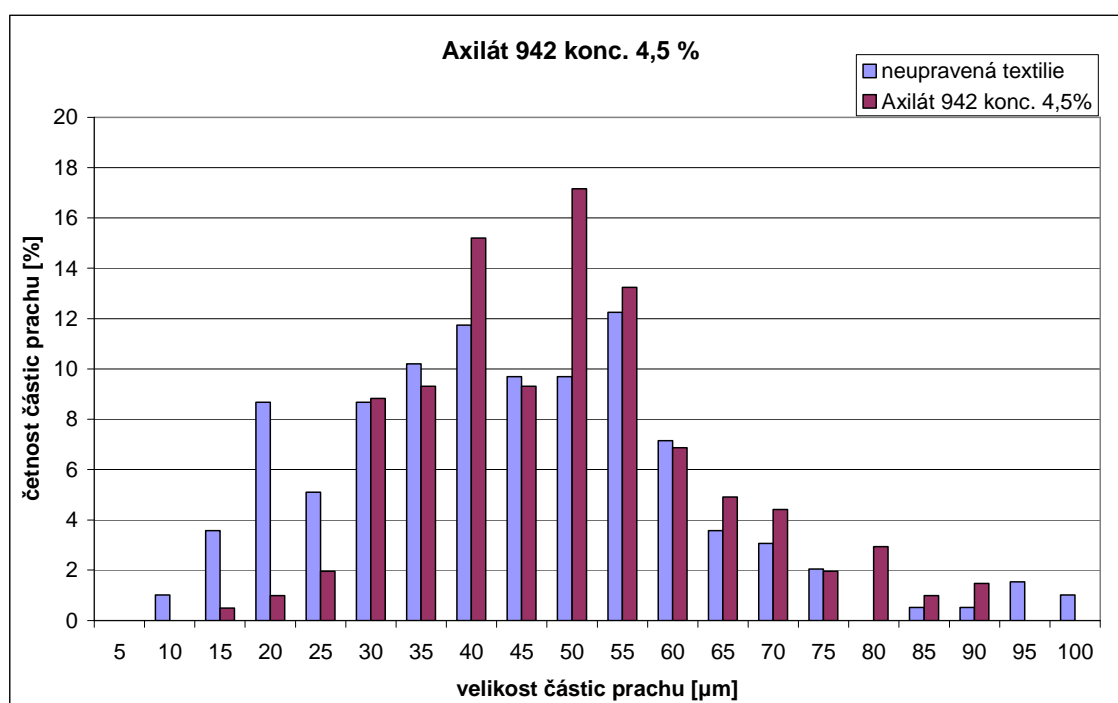
Množství nevláknenného prachu se oproti neupravené textilii zvětšil o 3,5 % a vláknenného prachu je méně o 33,3 %.



Graf 8 - četnost velikostí částic prachu u vzorku upraveného Axilátem 942 o konc. 2%

Textilie upravená Axilátem 942 o koncentraci 4,5 %/hm.tex

Na grafu 9 vykazuje nejčastější hodnotu 50 μm textilie upravené Axilátem 942 textilie o konc. 4,5 %/hm.tex, která má četnost výskytu 17,2 %. Nejmenší naměřená velikost částic je 15 μm a nerovnoměrně stoupá k velikosti 50 μm . Množství částic prachu do 20 μm je 1,5 %. U vlákněného prachu je nejčetnější výskyt u velikosti 65 μm , kdy jejich četnost dosahuje 4,9 %. Od těchto velikostí dochází k výkyvům mezi růstem a poklesem četnosti výskytu prachových částic vlákněného charakteru. Vlákněný prach se vyskytuje do velikosti 90 μm . Množství nevlákněného prachu se oproti neupravené textilie snížil o 1,2 % a vlákněného prachu je více o 41,7 %



Graf 9 - četnost velikostí částic prachu u vzorku upraveného Axilátem 942 o konc. 4,5%

Závěr

Tato bakalářská práce se zabírala zjišťováním velikost vlákného prachu, uvolňovaného bavlněnými textiliemi po určitých úpravách s ohledem na schopnost prachu pronikat do dýchacích cest. Vlastní oděr textilie se prováděl na stroji simulující běžné nošení a měření velikosti částic prachu se provádělo pomocí mikroskopie na lanametri.

V experimentální části se sledovala schopnost nevlákného prachu procházet do dýchacích cest, které musí mít tloušťku vlákna $< 3 \mu\text{m}$, délka vlákna $> 5 \mu\text{m}$. Byla měřená velikost vlákných prachových částic v μm v závislosti na jeho četnosti výskytu v % při odírání. Měření vlákných prachových částic je obtížné, neboť musíme počítat s únikem prachu do okolního prostředí či do odsávacího zařízení a možnost výskytu cizích prachových částic.

Neupravená textilie se porovnávala s textiliemi upravenými UV + IR zářením, aviváží, Axilátem 4924 a Axilátem 942 v koncentracích 0,5; 2; 4,5 %/hm. tex.. Na povrchu upravené textilie se vytvořil film, který měl zabránit odírání povrchu jedné textilie o druhou a po oděru povrch textilie měl vykazovat malou „chlupatost“ textilie (viz příloha 2).

Při porovnání množství částic do $20 \mu\text{m}$ u neupravené textilie s textiliemi různých úprav dosahovala nejlepších výsledků textilie upravená aviváží a Axilátem 942 o koncentraci 0,5 %/hm.tex. Snížení množství částic vykazují i další úpravy Axilátem. Zvýšený obsah částic oproti neupravené textilií byl zaznamenán u textilií upravených Axilátem 942 o koncentraci 2 %/hm.tex a UV + IR zářením. Při sníženém množství částic do $20 \mu\text{m}$ se zvýšil podíl prachových částic ostatních velikostí (viz tab. 8)

Tabulka 8 – podíl částic prachu u jednotlivých úprav textilií

	<i>podíl částic [%]</i>		
	do 20 µm	25-60 µm - nevlákenného charakteru	65-100 µm - vlákenného charakteru
Neupravený vzorek	13,3	74,5	12,2
aviváž o koncentraci 3 %/hm.tex.	1	84,2	14,9
Axilát 942 o koncentraci 0,5 %/hm.tex	1	84,2	14,8
Axilát 942 o koncentraci 4,5 %/hm.tex	1,5	81,9	16,7
Axilát 4924 o koncentraci 2 %/hm.tex.	1,7	84,4	13,9
Axilát 4924 o koncentraci 4,5 %/hm.tex.	2,2	87,1	10,7
Axilát 4924 o koncentraci 0,5 %/hm.tex.	7,4	86,9	5,7
Axilát 942 o koncentraci 2 %/hm.tex	14,9	76,8	8,2
upravený UV + IR zářením	15,5	73,2	11,3

Splnila jsem požadavky zadání a zjistila jsem dobrou schopnost aviváže nevytvářet prachové částice schopné se usazovat v dýchacím ústrojí. Aplikací aviváže zvýšíme otěruvzdornost materiálu a tím prodloužíme jeho životnost a snížíme opotřebení povrchu materiálu. Výsledky jsou přínosné pro uživatele a na základě výsledků mé práce doporučuji použití aviváže alergikům. Aviváž je prostředek, který je jednoduše dostupný pro každého.

Metodika měření bohužel neumožnila kvantifikovat absolutní množství uvolněného prachu. Tato problematika by měla dále sloužit pro další zkoumání. Bylo by dobré zjistit kombinovatelnost Axilátů 4924 a 942 nebo s jinými prostředky vykazující schopnost snižovat prašnost textilií a úpravy různých aviváží. Přínosné by bylo zejména současné sledování distribuce rozměrů prachových částic a množství uvolněného prachu.

Použitá literatura:

- [1] – Fialková J. : Vybrané kapitoly z nemocí z povolání, Olomouc 1993, ISBN 80-7067-283-8
- [2] – http://pmatky.ecn.cz/vypis_clanku.php?id=2004121001
- [3] - <http://www.mvcr.cz/hasici/izs/bojrad/p34.pdf>
- [4] – http://www.alergie.cz/download/ucb_brozura_alergie_vnitrek-ok.pdf
- [5] - <http://www.anamneza.cz/moduly/nemoc.php3?ID=257&nemoci=ad&menu1=open>
- [6] – <http://www.vscht.cz/kot/resources/studijni-materialy/bchv-p-002/prezentace.pdf>
- [7] – <http://www.mvcr.cz/hasici/izs/bojrad/p35.pdf>
- [8] - <http://oberon.troja.mff.cuni.cz/s4r/plazma/?p=14>
- [9] - <http://leccos.hu.cz/index.php/clanky/antrakoza>
- [10] - www.drekoma.cz/download/narizeni_vlady.doc
- [11] - <http://www.lontech.cz/antistaticke-tyce-trysky.html>
- [12]-
www.zspribyslav.cz/infokanal/dokumenty/vd/smernice/pozarni/stanoveni%20_podminek.DOC
- [13] - <http://www.pradelna-steti.cz/techno.htm>
- [14] – Militký J., Vaníček J., přednáška Vlastnosti vláken
- [15] - <http://www.szu.cz/chpnp/?page=prasnost>
- [16] - <http://www.tzb-info.cz/t.py?t=15&i=317>
- [17] - <http://www.silan.cz>
- [18] – Militký J., Technické textilie, Liberec 2002, ISBN 80-7083-590-7
- [19] - <http://www.h2o-logic.cz/uv.htm>
- [20] - <http://compex.zdravi-cz.eu/sauna-prenosna-ir-ps04.php>
- [21] - http://www.henkel.com/cps/rde/xchg/SID-0AC8330A-3CFFF3DC/henkel_czc/hs.xsl/722_CZC_HTML.htm
- [22] – Krčma L., Degradace textilních vláken a ochrana proti ní, Praha 1976, SNTL
- [23] - <http://www.idminstruments.com.au/catalogue/c1/p57>
- [24] - http://cs.wikipedia.org/wiki/Maxwellova_duha

Seznam příloh:

PŘÍLOHA 1 – Snímky z mikroskopu, odřený prach 40x zvětšený

PŘÍLOHA 2 – Snímky z mikroskopu, chlupatost textilií před a po oděru 40x zvětšená

PŘÍLOHA 1



Obr. 1 – prach nevlákenného charakteru



Obr. 2 - prach vlákenného charakteru

PŘÍLOHA 2

Neupravená textilie



Obr. 3 - před oděrem



Obr. 4 – po oděru

Aviváž

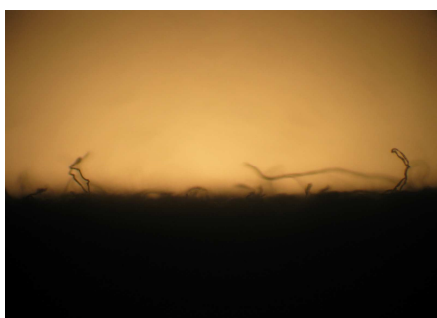


Obr. 5 - před oděrem



Obr. 6 – po oděru

UV + IR záření

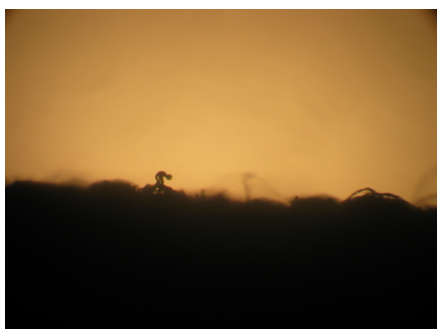


Obr. 7 - před oděrem



Obr. 8 – po oděru

Axilát 4924 – koncentrace 0,5 %



Obr. 9 – před oděrem



Obr. 10 – po oděru

Axilát 4924 – koncentrace 2 %



Obr. 11 – před oděrem



Obr. 12 – po oděru

Axilát 4924 – koncentrace 4,5 %

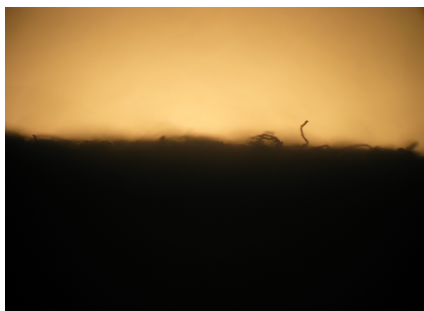


Obr. 13 – před oděrem

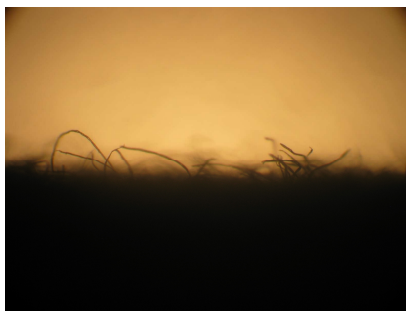


Obr. 14 – po oděru

Axilát 942 – koncentrace 0,5 %

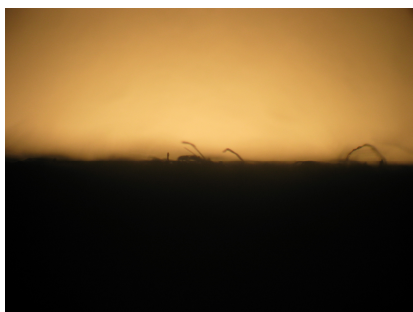


Obr. 15 - před oděrem



Obr. 16 – po oděru

Axilát 942 – koncentrace 2 %



Obr. 17 – před oděrem

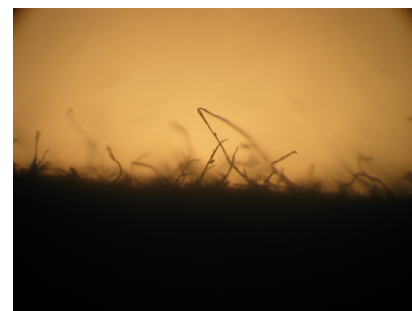


Obr. 18 – po oděru

Axilát 942 - koncentrace 4,5 %



Obr. 19 – před oděrem



Obr. 20 – po oděru